

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-129201

(43)Date of publication of application : 09.05.2002

---

(51)Int.Cl.

B22F 3/035  
B22F 3/02  
B30B 11/00  
B30B 11/02  
C22C 38/00  
C22C 38/52  
C23C 14/06  
C23C 16/30

---

(21)Application number : 2000-322890

(71)Applicant : HITACHI POWDERED METALS  
CO LTD

(22)Date of filing : 23.10.2000

(72)Inventor : SUGAYA YOSHIMI  
IWAKIRI MAKOTO

---

(54) POWDER COMPACTING DIE AND POWDER COMPACTING METHOD USING THE  
DIE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To draw out a compact having high density under lower pressure by improving the wear resistance of a powder compacting die and reducing the friction of the surface of the die and to efficiently compact a high density sintered product.

SOLUTION: In the powder compacting die in which the die having inner holes for forming the outside shape of the compact and consisting of a hard material is inserted into the inner holes of a die holder, the inner holes of the die have the taper of 1/5,000 to 1/1,000 expanding toward the compact drawing side, a single coating layer or a plurality of coating layers of at least one or more kinds selected from TiC, TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiCN, HfN, CrN, W<sub>2</sub>C and DLC are formed on the surface of the die, and the material of the die holder is composed of ordinarily used steel whose tempering temperature is higher than the coating treating temperature.

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the dice for powder molding to which the inner hole of a die holder was made to carry out fitting of the dice which has an inner hole for forming the outside configuration of a Plastic solid, and consists of hard material It has the taper of 1 which the inner hole of said dice expands to a green compact draw side / 5000 - 1/1000. and the front face of said dice -- TiC, TiN, aluminum 2O3, TiCN, HfN and CrN, and W2C -- and -- While forming the coating layer of at least one or more sorts of monolayers, or a double layer among DLC The quality of the material of said die holder is a dice for powder molding characterized by constituting from steel materials whose tempering temperature usually used is temperature higher than said coating processing temperature.

[Claim 2] Said coating layer is a dice for powder molding 550 degrees C or less according to claim 1 by which PVD processing or plasma-CVD processing is carried out.

[Claim 3] The presentation of said die holder with a mass ratio C:0.2 - 0.6%, Si:0.15-1.2%, Mn: Less than [ 1.2% ], P:0.03% or less, S:0.03% or less, Cr:0.4-5.5%, And the dice for powder molding according to claim 1 or 2 which consists of at least one or more sorts, the remainder Fe, and an unescapable impurity while of nickel:0.25-3.5%, Mo:0.2-3.0%, W:1.0 - 10%, V:2.2% or less, and Co:3.8-4.5%.

[Claim 4] The raw material powder with which it was filled up in the cavity formed by the dice for powder molding which has an inner hole for carrying out the configuration of the outside configuration of a Plastic solid, and bottom punch is pressed between up-and-down punch. In the powder molding approach which extrudes the obtained green compact from said dice inner hole by bottom punch, while forming the lubrication coat of a die lubricant in the inner hole front face of said dice using the dice for powder molding given in any of claims 1-3 they are The powder molding approach in the powder metallurgy characterized by adding 0.3% or less of powder lubricant by the weight ratio to raw material powder.

---

[Translation done.]

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention can be used suitable for shaping of the powder which is metal-mold-hard and is easy to be attached by elasticity, such as aluminum powder, etc., when acquiring especially the Plastic solid of high density about the dice of the powder molding die in powder metallurgy, and the powder-molding approach using that dice and fabricating powder with magnetic hard alloy powder etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The metal mold for powder molding consists of a dice with the inner hole corresponding to the appearance of a Plastic solid, and up-and-down punch, it is what was equipped with the core rod if needed, and is built into press equipment and constituted as powder-molding equipment. And after filling up with powder the die cavity formed by said inner hole and bottom punch, moving each part material of metal mold relatively and compressing powder by up-and-down punch, this green compact extrudes and is released from mold at a powder restoration side. Although the consistency of \*\*\*\*\* is determined by compacting pressure, there is much what a high consistency is required as, and metal mold reinforcement also needs to be considered of the machine element which needs high intensity corresponding to a thing with high compacting pressure. Moreover, like shaping of the magnetic alloy powder made by the rapid solidification method, when fabricating hard powder in a high consistency, powder molding is still more difficult. Moreover, while repeating powder molding, the dice inner hole of the part by which powder compression is carried out is worn little by little out, a dice inner hole will be in the so-called inside swelling condition, draw resistance of a green compact increases, a blemish is attached to a green compact or a possibility of producing a crack is inherent. Furthermore, by shaping of the powder ingredient which is metal-mold-hard and is easy to be attached, difficulty is followed on manufacturing dispersion for the thing of high density few by the beautiful appearance like aluminum powder.

[0003] In addition, these people have indicated the shaping approach which indicates the shaping approach using the powder-molding dice and this dice which extract the green compact of a high consistency by the lower pressure, and fabricate it with a sufficient sex in JP,5-320705,A based on such a conventional situation, and fabricates a high density sintered product efficiently in JP,11-140505,A. The former powder-molding dice makes it a main point to have the taper of 1 expanded to a Plastic solid draw side / 5000 - 1/1000, and it makes most compression processes or for the culmination of at least compression to press positively with punch of a side with a large dice inner hole into a main point using the vertical punch by which the shaping approach using said dice fits in with the inner hole of this dice. The latter powder-molding approach makes it the main point to use together the force-plunger lubricating method which forms the coat of lubricant in a dies body inside, and the mixing lubricating method which controlled the addition of powder lubricant to 0.05 - 0.3% preferably 0.3% or less.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, at the time of the above-mentioned powder molding, although a green compact is compressed by punch welding pressure, in a dice wall surface, friction between a dice wall surface and a green compact produces it, and the force which compresses the green compact by punch welding pressure is reduced. Moreover, since it is proportional to friction between a dice wall surface and a green compact, if friction of a green compact can be made low, the draw in the lower draw force of the force required in order to extract the green compact after pressing from a dice becomes possible, and it can obtain a higher-density green compact with the sufficient yield, and will become things. And it is known as a means to attain low friction-ization on the front face of a dice from the former that the surface treatment of a dice is effective. Moreover, as dice structure for powder molding, for dice reinforcement, the ring (die holder) of structural steel worker alloy steel is burned, put, carried out, burned and put on a dice periphery, and, generally the dice is used widely. However, since it is processed at an elevated temperature, processing of CVD widely applied as surface

treatment of a current dice was burned and inserted in, with dice structure, it was burned and inserted in and the problem that the force declines has produced it. On the other hand, when said ring is burned, put and carried out after performing the above-mentioned surface treatment to a dice, it burns and inserts in, and the dimensional change of a dice inner hole arises by the thermal effect at the time, and the problem that dimensional accuracy gets worse arises.

[0005] This invention cancels the above technical problem, attains wear-resistant improvement in a powder-molding dice, and low friction-ization on the front face of a dice, extracts the green compact of high density by the still lower pressure rather than the technique of the indication by above-mentioned JP,5-320705,A and JP,11-140505,A, and aims at it being efficient and enabling shaping of a high density sintered product.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose the dice for powder molding of this invention In the dice for powder molding to which the inner hole of a die holder was made to carry out fitting of the dice which has an inner hole for forming the outside configuration of a Plastic solid, and consists of hard material It has the taper of 1 which the inner hole of said dice expands to a green compact draw side / 5000 - 1/1000. and the front face of said dice -- TiC, TiN, aluminum 2O3, TiCN, HfN and CrN, and W2C -- and -- Among DLC (Diamondlike Carbon) While forming the coating layer of at least one or more sorts of monolayers, or a double layer, the quality of the material of said die holder is characterized by constituting from steel materials whose tempering temperature usually used is temperature higher than said coating processing temperature. It has more preferably the taper of 1 which the inner hole of said dice expands to a powder object draw side / 5000 - 1/1000. And the front face of said dice is TiC, TiN, and aluminum 2O3. Inside of TiCN, HfN and CrN, W2C, and DLC, While forming the coating layer of at least one or more sorts of monolayers, or a double layer by PVD processing or plasma-CVD processing The quality of the material of said die holder is constituting from steel materials whose tempering temperature usually used is temperature higher than said PVD processing or plasma-CVD processing temperature.

[0007] Here, in powder molding, if the taper expanded to a green compact draw side is formed in a dice inner hole, since the cross sectional area of a green compact decreases only in the amount of a rate of taper, without being so much different from the case where the frictional resistance of powder and a dice internal surface is usual, in addition to compression of the punch pressurization direction, compared with the case of a dice without a taper, a high consistency will be obtained by it and compressed also from a right angle. Moreover, if the draw load in the case of releasing the green compact in a die cavity from mold is the frictional resistance of a green compact and a dice internal surface and a taper is in a dice inner hole, since sequential disconnection of the green compact will be carried out with migration of a green compact, mold release resistance becomes small. The effectiveness of this taper is ineffective from a test result at less than 1/5000. On the contrary, since a taper would arise in a green compact and dimensional accuracy would get worse if a taper is enlarged, the upper limit was determined as 1/1000. The presentation of a die holder with a mass ratio Moreover, C:0.2 - 0.6%, Si:0.15-1.2%, Mn: Less than [ 1.2% ], P:0.03% or less, S:0.03% or less, Cr:0.4-5.5%, And by considering as the steel materials of at least one or more sorts, Remainder Fe, and an unescapable impurity, while of nickel:0.25-3.5%, Mo:0.2-3.0%, W:1.0 - 10%, V:2.2% or less, and Co:3.8-4.5% Usually, the tempering temperature used becomes possible [ considering as 550 degrees C or more ].

[0008] It is desirable PVD (physical vapor deposition) processing of 550 degrees C or less and that plasma-CVD (chemical vapor deposition) processing of the coating layer is carried out. That is, it is that the tempering temperature usually used uses as steel materials 550 degrees C or more the die holder which burns on a dice periphery for reinforcement, inserts in it, and is made into it since processing temperature is as low as 500-550 degrees C, and even if it burns and inserts in and performs plasma-CVD surface preparation to a dice, softening of equipments cannot arise, but can burn and insert in, the fall of the force can prevent, a coating layer can form and PVD and plasma CVD can plan the wear-resistant improvement in a dice, and low friction-ization on the front face of a dice. Moreover, it also becomes possible to reduce the affinity between a dice and a green compact and to prevent adhesion. in

addition, a coating layer -- TiC, TiN, and aluminum 2O3 TiCN, and HfN, CrN and W2 -- \*\*\*\* is also good at three layers, such as two priests, such as monolayers, such as C and DLC, TiC-TiN, and TiC-TiCN, and TiC-TiCN-TiN, and these other multilayer any, and it is chosen according to the quality of the material and the process condition of a dice.

[0009] As a presentation of the above-mentioned die holder, it is a mass ratio. C:0.2 - 0.6%, Si: 0.15-1.2%, less than [ Mn:1.2% ], P:0.03% or less, S:0.03% or less, Cr:0.4-5.5%, and nickel:0.25-3.5%, Mo: The steel materials which consist of at least one or more sorts, the remainder Fe, and an unescapable impurity while of 0.2-3.0%, W:1.0 - 10%, V:2.2% or less, and Co:3.8-4.5% have high reinforcement, and since required tempering temperature becomes 530 degrees C or more, it is suitable. As steel materials of this presentation within the limits, SKD4, SKD5, SKD6, SKD61, SKD62, SKD7, SKD8, SKT3, and SKT4 which are set to JIS as tool steel for the metal mold between heat are contained, reinforcement is high, and since the tempering temperature usually used is also 530 degrees C or more, it is suitable. Moreover, in structural steel, it is high, and since reinforcement is also high, tempering temperature can also apply SNCM431, SNCM625, SNCM630, SNCM240 and SNCM439 of JIS, and SNCM447 grade as a die holder.

[0010] Moreover, the above-mentioned powder-molding dice is used as the powder-molding approach of this invention. In the powder-molding approach which presses the raw material powder with which it was filled up in this dice inner hole and the cavity formed by bottom punch between up-and-down punch, and extrudes the obtained green compact from said dice inner hole by bottom punch While forming the lubrication coat of a die lubricant in the inner hole front face of said dice, it is characterized by adding 0.3% or less of powder lubricant by the weight ratio to raw material powder. If 0.05 - 0.2% of powder lubricant is preferably added 0.3% or less to raw material powder, while raising the fluidity of raw material powder remarkably to the green density of a Plastic solid by the above powder-molding approach, without hardly influencing Friction of the powder inside a green compact is reduced, friction of a dice wall surface and a green compact can be reduced by using a force piston lubricating method together, an operation of the dice for powder molding of above-mentioned this invention is also added, and shaping of the green compact of much more high density and the draw of the green compact in much more low pressure become possible.

[0011]

[Example] (Example 1) This example is an example when burning and inserting in and investigating the effect of the force which burns and inserts in and which is depended on the quality of the material of a dice and a die holder, and the existence of plasma-CVD processing in a dice. The test method produced each combination \*\*\*\*\* ( drawing 1 which burned, inserted in and carried out the die holder burns to a die, and it inserts in it, and is a dice, i.e., the test piece of numbers 1-9), using the JIS equivalent quality of the material (a dice being two kinds, SKH51 and SKD-4, and a die holder being six kinds of SNCM447, SKD61, SKH51, SKD1, and SNCM447) of this table as the dice which constitutes a powder-molding mold, and a die holder, as shown in the following table 1. Moreover, plasma-CVD processing (temperature is processing at 530 degrees C) was carried out to the test piece of numbers 2, 3, 5, 6, 7, 8, and 9 as after treatment among these test pieces. The test piece of numbers 1 and 4 does not carry out plasma-CVD processing. And about each test pieces 1-9, the dice omission force (kN) was measured in the way of drawing 2 , and it indicated by the list at this table. In addition, drawing 1 burns and it inserts in, and die length is 5mm, and a dice 1 (the bore of 4mm, outer diameter of 10mm) and DANHORUDA 2 (the bore of 10mm, outer diameter of 26mm) burn a dice, it inserts in, and \*\* is set as 0.03 (0.3%).

[0012]

[Table 1]

試験片 番号	ダイス	ダホルダ	PCVD 処理	抜き荷重 kN
1	SKH51	SNCM447	なし	7 2
2	SKH51	SNCM447	あり	7 5
3	SKH51	SKD61	あり	8 4
4	SKH51	SKD1	なし	7 8
5	SKH51	SKD1	あり	5 8
6	SKD-4	SKH51	あり	8 9
7	SKD-4	SKD61	あり	1 2 6
8	SKD-4	SNCM447	あり	1 0 7
9	SKD-4	SNCM447	あり	9 2

[0013] Although softening of the quality of the material produced the test piece number 5 with the tempering temperature of the die holder quality of the material lower (about 180 degrees C) than Table 1 by plasma-CVD processing and the fall of a pilferage pile was accepted, in the test piece of the test piece numbers 2, 3, 6-9 with the high (about 580 degrees C) tempering temperature of the die holder quality of the material, it became clear that the fall of a pilferage pile did not arise even if a pilferage pile is high and it carries out plasma-CVD processing.

[0014] (Example 2) Predetermined burns this example 2, it is inserted in and is an example when investigating the draw load and dimension dispersion by conditions of a taper, coating, a die lubricant, powder lubricant, etc. about a dice. In a trial, a JIS SKH equivalent material and the dice holder quality of the material by JIS SKD61 material [ the dice quality of the material ] The thing which has an inner hole with a diameter of 25mm and which does not attach to a dice inner hole a taper (taper expanded to the draw side of a green compact) as it burns and inserts in, and a dice is prepared and it is shown in the following table 2 (3 sample-number 1- 19), What formed the taper in 1/10000, 1/5000, 1/2500, 1/1000, and 1/500 (sample numbers 4-18), and the thing which formed the TiN-TiCN multilayer coating tip by plasma CVD further were created. Moreover, as raw material powder, copper powder 1.5 mass %, graphite powder 1.0 mass %, and the remainder prepared the mixed powder of pure iron powder, and 0.1 mass %, 0.3 mass %, and the powder of which 0.8 mass % combination was done were prepared for this mixed powder for zinc stearate powder as powder lubricant. What more than burned, inserted in and performed force-plunger lubrication to the dice inner hole using a dice and combination powder, and the thing which is not given in the combination shown in Table 2 The test piece configuration which is a powder-compacting Plastic solid is shaping consistency 6.8 g/cm<sup>3</sup> at phi25xphi10x15L. Compacting pressure at the time of fabricating (MPa), It measured about the draw load (a table a pilferage pile, kN) when extracting a green compact, and the created consistency and dimension dispersion (the table dimension variation, \*\*sigma) of a test piece. While the result is collectively shown in Table 2, what

extracted to drawing 3 what summarized the relation between the amount of tapers and compacting pressure with the amount of tapers, and summarized the relation of a load is shown in drawing 4.

[0015]

[Table 2]

試料 番号	テーパ	コーティング	押型 潤滑	粉末潤滑 質量%	成形圧力 MPa	抜き荷重 kN	寸法バラツキ ±σ
1	なし	PCVD	なし	0.8	480	46.2	Φ25±0.01
2	なし	なし	なし	0.8	490	49.5	Φ25±0.01
3	なし	PCVD	あり	0.3	440	33.3	Φ25±0.01
4	1/10000	PCVD	なし	0.8	480	46.2	Φ25±0.01
5	1/10000	なし	なし	0.8	490	49.5	Φ25±0.01
6	1/10000	PCVD	あり	0.3	440	33.3	Φ25±0.01
7	1/5000	PCVD	なし	0.8	460	39.4	Φ25±0.01
8	1/5000	なし	なし	0.8	480	43.8	Φ25±0.01
9	1/5000	PCVD	あり	0.3	430	21.7	Φ25±0.01
10	1/2500	PCVD	なし	0.8	460	38.6	Φ25±0.01
11	1/2500	なし	なし	0.8	480	42.9	Φ25±0.01
12	1/2500	PCVD	あり	0.3	430	21.2	Φ25±0.01
13	1/2500	PCVD	あり	0.1	414	23.3	Φ25±0.01
14	1/1000	PCVD	なし	0.8	460	36.9	Φ25±0.015
15	1/1000	なし	なし	0.8	480	41.0	Φ25±0.015
16	1/1000	PCVD	あり	0.3	430	20.2	Φ25±0.015
17	1/500	PCVD	なし	0.8	450	35.1	Φ25±0.03
18	1/500	PCVD	あり	0.3	420	19.3	Φ25±0.03
19	なし	なし	あり	0.3	460	36.6	Φ25±0.01

[0016] The dice (sample numbers 1, 4, 7, 10, 14, and 17) which performed coating is the same cone angle as compared with the dice (sample numbers 2, 5, 8, 11, and 15) which does not perform coating, and Table 2 and drawing 3, and 4 show that can fabricate with lower compacting pressure, and a draw load is also small and ends, although dimension dispersion is the same. Moreover, when the addition of powder lubricant is controlled to 0.3 mass % and force piston lubrication is used together (sample numbers 3, 6, 9, 12, 16, 18, and 19), it also turns out that such effectiveness is much more remarkable.

[0017] Moreover, the dice which has the conventional taper and does not perform coating (sample numbers 5, 8, 11, and 15), [ the dice (sample numbers 4, 7, 10, 14, and 17) which has a taper concerning this invention and performed coating, and when it controls the addition of powder lubricant further and

force piston lubrication is used together ] Although it is equal to the dice in which, as for 1/10000 of dices, a cone angle does not have a taper also on condition that any, the effectiveness that compacting pressure and a draw load according [ a cone angle ] to a taper become small from 1/5000 is accepted, and much more effectiveness is accepted with the increment in a cone angle. On the other hand, more than by it, although dimension dispersion of a cone angle is [ 1/2500 ] equal also on condition that any, it turns out that dimension dispersion becomes large as a taper becomes large. By the above, the range of a cone angle was 1 / 5000 - 1/1000, and it became clear that the effectiveness of the improvement in a consistency and draw load (pressure) reduction was acquired, preventing aggravation of dimensional accuracy. Furthermore, it became clear that compacting pressure and a draw load (pressure) ended [ the direction which limited to addition of 0.3 mass % or 0.1 mass % from addition of 0.8 mass % about the addition of powder lubricant, and used force-plunger lubrication together from the sample numbers 11-13 of Table 2 ] few.

[0018]

[Effect of the Invention] As explained above, since the powder-molding approach using the dice for powder molding and it concerning this invention forms a taper in an inner hole and covers the coating layer for friction and pseudo-\*\*\*\*\* further, there is little frictional resistance at the time of powder compression and a green compact draw, and it can fabricate a Plastic solid with a high consistency well. Especially, in a dice and shaping of the ingredient which is [ pseudo-] easy to \*\*, it is effective.

---

[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-129201

(P2002-129201A)

(43) 公開日 平成14年5月9日(2002.5.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
B 2 2 F 3/035		B 2 2 F 3/035	E 4 K 0 1 8
3/02		3/02	L 4 K 0 2 9
B 3 0 B 11/00		B 3 0 B 11/00	J 4 K 0 3 0
11/02		11/02	F
C 2 2 C 38/00	3 0 2	C 2 2 C 38/00	3 0 2 E
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-322890(P2000-322890)

(22) 出願日 平成12年10月23日(2000.10.23)

(71) 出願人 000233572

日立粉末冶金株式会社

千葉県松戸市稔台520番地

(72) 発明者 菅谷 好美

千葉県船橋市上山町3-605-7

(72) 発明者 岩切 誠

千葉県鎌ヶ谷市右京塚1-5-307

(74) 代理人 100088708

弁理士 山本 秀樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粉末成形用ダイスおよびそれを用いた粉末成形方法

## (57) 【要約】

【課題】粉末成形ダイスの耐摩耗性の向上およびダイス表面の低摩擦化を図ることにより、高密度の圧粉体を一層低い圧力で抜き出し、高密度焼結製品を効率よく成形可能にする。

【解決手段】成形体の外側形状を形成するための内孔を有し硬質材料からなるダイスをダイホルダの内孔に嵌合させた粉末成形用ダイスを対象とし、前記ダイスの内孔が圧粉体抜き出し側へ拡大する1/5000~1/1000のテーパを有すること、前記ダイスの表面がTiC、TiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiCN、HfN、CrN、W<sub>2</sub>CおよびDLCのうち、少なくとも1種以上の単層もしくは複層のコーティング層を形成すること、前記ダイホルダの材質として通常用いられる焼戻し温度が前記コーティング処理温度より高い温度である鋼材で構成するようにした。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 成形体の外側形状を形成するための内孔を有し硬質材料からなるダイスをダイホルダの内孔に嵌合させた粉末成形用ダイスにおいて、前記ダイスの内孔が圧粉体抜き出し側へ拡大する1/5000～1/1000のテーパを有し、かつ前記ダイスの表面がTiC、TiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiCN、HfN、CrN、W<sub>2</sub>CおよびDLCのうち、少なくとも1種以上の単層もしくは複層のコーティング層を形成するとともに、

前記ダイホルダの材質は、通常用いられる焼戻し温度が前記コーティング処理温度より高い温度である鋼材で構成したことを特徴とする粉末成形用ダイス。

【請求項2】 前記コーティング層は、550℃以下のPVD処理もしくはプラズマCVD処理されている請求項1に記載の粉末成形用ダイス。

【請求項3】 前記ダイホルダの組成が、質量比で、C:0.2～0.6%、Si:0.15～1.2%、Mn:1.2%以下、P:0.03%以下、S:0.03%以下、Cr:0.4～5.5%、およびNi:0.25～3.5%、Mo:0.2～3.0%、W:1.0～10%、V:2.2%以下、Co:3.8～4.5%のうち少なくとも1種以上、残部Feおよび不可避不純物よりなる請求項1または2に記載の粉末成形用ダイス。

【請求項4】 成形体の外側形状を形状するための内孔を有する粉末成形用ダイスと下パンチで形成するキャビティ内に充填した原料粉末を上下のパンチ間に圧縮成形し、得られた圧粉体を下パンチで前記ダイス内孔から押し出す粉末成型方法において、

請求項1～3の何れかに記載の粉末成形用ダイスを用い、前記ダイスの内孔表面に押型潤滑剤の潤滑被膜を形成するとともに、原料粉末に重量比で0.3%以下の粉末潤滑剤を添加しておくことを特徴とする粉末冶金における粉末成型方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、粉末冶金における粉末成形用金型のダイス、およびそのダイスを用いた粉末成形方法に関するものであり、特に高密度の成形体を得る場合、磁性合金粉末等の硬質な粉末を成形する場合、アルミ粉末等の軟質で金型にくい付きやすい粉末の成形などに好適に利用できるものである。

## 【0002】

【従来の技術】粉末成形用金型は、成形体の外形に対応した内孔を持つダイスと、上下のパンチからなり、必要に応じてコアロッドを備えたもので、プレス装置に組み込まれて粉末成形装置として構成される。そして、前記内孔と下パンチで形成されるダイキャビティに粉末を充填し、金型の各部材を相対的に移動して、上下のパンチで粉末を圧縮したのち、該圧粉体が粉末充填側に押し出し

離型される。成粉体の密度は成形圧力により決定されるが、高強度を必要とする機械要素では高い密度が要求されるものが多く、成形圧力が高いのに対応して金型強度への配慮も必要である。また、急冷凝固法により作られた磁性合金粉末の成形のように、硬質の粉末を高い密度に成形する場合は、更に粉末成形が困難である。また、粉末成形を繰り返すうちに、粉末圧縮される部位のダイス内孔が少しずつ摩耗し、ダイス内孔がいわゆる中膨らみ状態となり、圧粉体の抜き出し抵抗が増加し、圧粉体に傷が付いたり割れを生じる虞が内在している。更に、アルミ粉末のように、金型にくい付きやすい粉末材料の成形では、高密度のものを奇麗な外觀でばらつきを少なく製作するのに困難を伴う。

【0003】なお、本出願人はこのような従来の状況を基に、特開平5-320705号公報において、高い密度の圧粉体をより低い圧力で抜き出し性良く成形する粉末成形ダイスと該ダイスを用いた成形方法を開示し、また、特開平11-140505号公報において、高密度焼結製品を効率よく成形する成形方法を開示してきた。前者の粉末成形ダイスは、成形体抜き出し側へ拡大する1/5000～1/1000のテーパを有することを骨子とし、前記ダイスを用いた成形方法は該ダイスの内孔と嵌合する上下パンチを用い、圧縮過程の大部分、または少なくとも圧縮の最終段階はダイス内孔の大きい側のパンチで積極的に押圧することを骨子とする。後者の粉末成形方法は、外型内面に潤滑剤の被膜を形成する押型潤滑法と、粉末潤滑剤の添加量を0.3%以下、好ましくは0.05～0.3%に抑制した混入潤滑法とを併用することを骨子としている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記した粉末成形時、圧粉体はパンチ加圧力により圧縮されるがダイス壁面においてはダイス壁面と圧粉体の間の摩擦が生じ、パンチ加圧力による圧粉体を圧縮する力が減じられる。また、加圧成形後の圧粉体をダイスから抜き出すために必要な力は、ダイス壁面と圧粉体の間の摩擦に比例することから、圧粉体の摩擦を低くすることができれば、より低い抜き出し力での抜き出しが可能となり、より高密度な圧粉体を歩留まり良く得られことになる。そして、従来からダイス表面の低摩擦化を図る手段として、ダイスの表面処理が有効であることが知られている。また、粉末成形用のダイス構造としては、一般に、ダイス補強のため、ダイス外周に構造用合金鋼のリング（ダイホルダ）を焼き嵌めした焼き嵌めダイスが広く用いられている。ところが、現在ダイスの表面処理として広く適用されているCVD等の処理は高温で処理されるため、焼き嵌めダイス構造では焼き嵌め力が低下するという問題が生じている。一方、ダイスに上記表面処理を施した後に前記リングを焼き嵌めた場合、焼き嵌め時の熱影響によってダイス内孔の寸法変化が生じ、寸法精

度が悪化するという問題が生じる。

【0005】本発明は、以上の課題を解消して粉末成形ダイスの耐摩耗性の向上およびダイス表面の低摩擦化を図り、上記特開平5-320705号および特開平11-140505号公報で開示の技術よりも高密度の圧粉体を一層低い圧力で抜き出し、高密度焼結製品を効率よく成形可能にすることを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明の粉末成形用ダイスは、成形体の外側形状を形成するための内孔を有し硬質材料からなるダイスをダイホルダの内孔に嵌合させた粉末成形用ダイスにおいて、前記ダイスの内孔が圧粉体抜き出し側へ拡大する1/5000～1/1000のテーパを有し、かつ前記ダイスの表面がTiC, TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiCN, HfN, CrN, W<sub>2</sub>CおよびDLC (Diamondlike Carbon) のうち、少なくとも1種以上の単層もしくは複層のコーティング層を形成するとともに、前記ダイホルダの材質は、通常用いられる焼戻し温度が前記コーティング処理温度より高い温度である鋼材で構成したことを特徴としている。より好ましくは、前記ダイスの内孔が粉末体抜き出し側へ拡大する1/5000～1/1000のテーパを有し、かつ前記ダイスの表面がTiC, TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiCN, HfN, CrN, W<sub>2</sub>CおよびDLCのうち、少なくとも1種以上の単層もしくは複層のコーティング層をPVD処理もしくはプラズマCVD処理により形成するとともに、前記ダイホルダの材質は通常用いられる焼戻し温度が前記PVD処理もしくはプラズマCVD処理温度より高い温度である鋼材で構成することである。

【0007】ここで、粉末成形では、ダイス内孔に圧粉体抜き出し側へ拡大するテーパを設けると粉末とダイス内壁面との摩擦抵抗が通常の場合とさほど変わらずに、テーパ比の量だけ圧粉体の横断面積が減少するので、パンチ加圧方向の圧縮に加え、それと直角方向からも圧縮されることによりテーパを持たないダイスの場合に比べて高い密度が得られる。また、ダイキャビティ内の圧粉体を離型する場合の抜き出し荷重は、圧粉体とダイス内壁面との摩擦抵抗であり、ダイス内孔にテーパがあると、圧粉体の移動に伴い、圧粉体が順次開放されるので、離型抵抗が小さくなる。このテーパの効果は試験結果から1/5000未満では効果がない。逆に、テーパを大きくすると圧粉体にテーパが生じ、寸法精度が悪化するため上限を1/1000と定めた。また、ダイホルダの組成を質量比にて、C:0.2～0.6%、Si:0.15～1.2%、Mn:1.2%以下、P:0.03%以下、S:0.03%以下、Cr:0.4～5.5%、およびNi:0.25～3.5%、Mo:0.2～3.0%、W:1.0～10%、V:2.2%以下、Co:3.8～4.5%のうち少なくとも1種以上、残部

Fe及び不可避不純物の鋼材とすることにより、通常用いられる焼戻し温度が550℃以上とすることが可能となる。

【0008】コーティング層は、550℃以下のPVD (physical vapor deposition) 処理やプラズマCVD (chemical vapor deposition) 処理されたものであることが好ましい。すなわち、PVDやプラズマCVDは処理温度が500～550℃と低いため、ダイス外周に補強のため、焼き嵌めするダイホルダを、通常用いられる焼戻し温度が550℃以上の鋼材とすることで、焼き嵌めダイスにプラズマCVD表面処理を施しても機材の軟化が生じず、焼き嵌め力の低下を防止して、コーティング層を形成でき、ダイスの耐摩耗性向上、ダイス表面の低摩擦化が図れる。また、ダイスと圧粉体との間の親和力を低減して凝着を防止することも可能となる。なお、コーティング層はTiC, TiN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiCN, HfN, CrN, W<sub>2</sub>C, DLC等の単層、TiC-TiN, TiC-TiCN等の二層、TiC-TiCN-TiN等の三層、その他これらの多層の何れであつてもよく、ダイスの材質や成形条件に応じて選択される。

【0009】上記のダイホルダの組成としては、質量比で、C:0.2～0.6%、Si:0.15～1.2%、Mn:1.2%以下、P:0.03%以下、S:0.03%以下、Cr:0.4～5.5%、およびNi:0.25～3.5%、Mo:0.2～3.0%、W:1.0～10%、V:2.2%以下、Co:3.8～4.5%のうち少なくとも1種以上、残部Feおよび不可避不純物よりなる鋼材が、強度が高く、必要な焼戻し温度が530℃以上となるため適している。この組成範囲内の鋼材としては、熱間金型用工具鋼としてJIS規格に定められているSKD4, SKD5, SKD6, SKD61, SKD62, SKD7, SKD8, SKT3およびSKT4が含まれ、強度が高く、通常用いられる焼戻し温度も530℃以上であるため適している。また、構造用鋼ではJIS規格のSNCM431, SNCM625, SNCM630, SNCM240, SNCM439, SNCM447等も焼戻し温度が高く、強度も高いためダイホルダとして適用が可能である。

【0010】また、本発明の粉末成形方法としては、上記した粉末成形ダイスを用いて、該ダイス内孔と下パンチで形成するキャビティ内に充填した原料粉末を上下のパンチ間に圧縮成形し、得られた圧粉体を下パンチで前記ダイス内孔から押し出す粉末成形方法において、前記ダイスの内孔表面に押型潤滑剤の潤滑被膜を形成するとともに、原料粉末に重量比で、0.3%以下の粉末潤滑剤を添加しておくことを特徴とする。以上の粉末成形方法では、原料粉末に0.3%以下、好ましくは0.05～0.2%の粉末潤滑剤を添加すると、成形体の圧粉密

度には殆ど影響せずに原料粉末の流動性を著しく向上させると共に、圧粉体内部の粉末同士の摩擦を低減し、押し型潤滑法を併用することでダイス壁面と圧粉体の摩擦を低減でき、上記した本発明の粉末成形用ダイスの作用も加わって、より一層の高密度の圧粉体の成形および一層の低い圧力での圧粉体の抜き出しが可能となる。

#### 【0011】

【実施例】（実施例1）この実施例は、焼き詰めダイスにおいて、ダイスとダイホルダの材質およびプラズマCVD処理の有無による焼き詰め力の影響を調べたときの一例である。試験方法は、下記の表1に示すように、粉末成型型を構成するダイスおよびダイホルダとして同表のJIS規格相当材質（ダイスはSKH51、SKD-4の2種類、ダイホルダはSNCM447、SKD61、SKH51、SKD1、SNCM447の6種類）\*

\*を用い各組み合わせた試験片（ダイにダイホルダを焼き詰めした図1の焼き詰めダイス、つまり番号1～9の試験片）を作製した。また、該試験片のうち、番号2、3、5、6、7、8、9の試験片には後処理としてプラズマCVD処理（温度が530℃での処理）した。番号1、4の試験片はプラズマCVD処理しないものである。そして、各試験片1～9について、図2の要領でダイス抜き力（kN）を測定し、同表に一覧表示した。なお、図1の焼き詰めダイスは長さが5mmであり、ダイス1（内径4mm、外径10mm）とダイホルダ2（内径10mm、外径26mm）の焼き詰め代が0.03（0.3%）に設定されている。

#### 【0012】

#### 【表1】

試験片 番号	ダイス	ダイホルダ	PCVD 処理	抜き荷重 kN
1	SKH51	SNCM447	なし	72
2	SKH51	SNCM447	あり	75
3	SKH51	SKD61	あり	84
4	SKH51	SKD1	なし	78
5	SKH51	SKD1	あり	58
6	SKD-4	SKH51	あり	89
7	SKD-4	SKD61	あり	126
8	SKD-4	SNCM447	あり	107
9	SKD-4	SNCM447	あり	92

【0013】表1よりダイホルダ材質の焼戻し温度が低い（約180℃）試験片番号5はプラズマCVD処理により材質の軟化が生じ抜き荷重の低下が認められるが、ダイホルダ材質の焼戻し温度が高い（約580℃）試験片番号2、3、6～9の試験片では抜き荷重は高く、プラズマCVD処理しても抜き荷重の低下が生じないことが判明した。

【0014】（実施例2）この実施例2は、所定の焼き詰めダイスについて、テーパ、コーティング、押し型潤滑剤、粉末潤滑剤等の条件による抜き出し荷重と寸法ばらつきを調べたときの一例である。試験では、ダイス材質※50

※がJIS規格SKH相当材、ダイスホルダ材質がJIS規格SKD61材で、直径25mmの内孔を有する焼き詰めダイスを用意し、また、下記の表2に示すようにダイス内孔にテーパ（圧粉体の抜き出し側へ拡大するテーパ）を付けないもの（試料番号1～3、19）と、テーパを1/10000、1/5000、1/2500、1/1000、1/500に形成したもの（試料番号4～18）、更にTiN-TiCN多層コーティングをプラズマCVDで形成したものを作成した。また、原料粉末として、銅粉1.5質量%、黒鉛粉1.0質量%および残部が純鉄粉の混合粉を用意し、この混合粉末に粉末潤

滑剤としてステアリン酸亜鉛粉を0.1質量%、0.3質量%および0.8質量%配合した粉末を準備した。以上の焼き締めダイスと配合粉を用い、ダイス内孔に押型潤滑を施したものと施さないものを表2に示す組合せで、圧粉成形体である試験片形状が $\phi 25 \times \phi 10 \times 15$  Lで、成形密度 $6.8 \text{ g/cm}^3$ に成形した際の成形圧力 (MPa)、圧粉体を抜き出すときの抜き出し荷重 \*

\* (表では抜き荷重、kN)、作成した試験片の密度と寸法ばらつき (表では寸法バラつき、 $\pm \sigma$ ) について測定した。その結果を表2に併せて示すとともに、テーパ量と成形圧力の関係をまとめたものを図3に、テーパ量と抜き出し荷重の関係をまとめたものを図4に示す。

【0015】

【表2】

試料番号	テーパ	コーティング	押型潤滑	粉末潤滑質量%	成形圧力 MPa	抜き荷重 kN	寸法バラつき $\pm \sigma$
1	なし	PCVD	なし	0.8	480	46.2	$\Phi 25 \pm 0.01$
2	なし	なし	なし	0.8	490	49.5	$\Phi 25 \pm 0.01$
3	なし	PCVD	あり	0.3	440	33.3	$\Phi 25 \pm 0.01$
4	1/10000	PCVD	なし	0.8	480	46.2	$\Phi 25 \pm 0.01$
5	1/10000	なし	なし	0.8	490	49.5	$\Phi 25 \pm 0.01$
6	1/10000	PCVD	あり	0.3	440	33.3	$\Phi 25 \pm 0.01$
7	1/5000	PCVD	なし	0.8	460	39.4	$\Phi 25 \pm 0.01$
8	1/5000	なし	なし	0.8	480	43.8	$\Phi 25 \pm 0.01$
9	1/5000	PCVD	あり	0.3	430	21.7	$\Phi 25 \pm 0.01$
10	1/2500	PCVD	なし	0.8	460	38.6	$\Phi 25 \pm 0.01$
11	1/2500	なし	なし	0.8	480	42.9	$\Phi 25 \pm 0.01$
12	1/2500	PCVD	あり	0.3	430	21.2	$\Phi 25 \pm 0.01$
13	1/2500	PCVD	あり	0.1	414	23.3	$\Phi 25 \pm 0.01$
14	1/1000	PCVD	なし	0.8	460	36.9	$\Phi 25 \pm 0.015$
15	1/1000	なし	なし	0.8	480	41.0	$\Phi 25 \pm 0.015$
16	1/1000	PCVD	あり	0.3	430	20.2	$\Phi 25 \pm 0.015$
17	1/500	PCVD	なし	0.8	450	35.1	$\Phi 25 \pm 0.03$
18	1/500	PCVD	あり	0.3	420	19.3	$\Phi 25 \pm 0.03$
19	なし	なし	あり	0.3	460	36.6	$\Phi 25 \pm 0.01$

【0016】表2及び図3、4より、コーティングを施したダイス (試料番号1、4、7、10、14、17) は、コーティングを施さないダイス (試料番号2、5、8、11、15) と比較すると、同じテーパ角度で、寸法ばらつきは同じであるがより低い成形圧力で成形でき抜き出し荷重も小さくてすむことが分かる。また、粉末潤滑剤の添加量を0.3質量%に抑制し押し型潤滑を併用した場合 (試料番号3、6、9、12、16、18、19) には、より一層これらの効果が顕著であることも※50

※分かる。

【0017】また、従来のテーパを有しコーティングを施さないダイス (試料番号5、8、11、15)、本発明に係るテーパを有しコーティングを施したダイス (試料番号4、7、10、14、17)、および更に粉末潤滑剤の添加量を抑制し押し型潤滑を併用した場合において、何れの条件でもテーパ角度が1/10000のダイスはテーパのないダイスと等しいが、テーパ角度が1/5000よりテーパによる成形圧力および抜き出し荷重

が小さくなる効果が認められ、テーパ角度の増加に伴いより一層の効果が認められる。一方、何れの条件でもテーパ角度が $1/2500$ までは寸法ばらつきが等しいが、それ以上ではテーパが大きくなるにつれて寸法ばらつきが大きくなることが分かる。以上により、テーパ角度は $1/5000 \sim 1/1000$ の範囲で、寸法精度の悪化を防止しつつ密度向上および抜き出し荷重（圧力）低減の効果が得られることが判明した。更に、表2の試料番号11～13より、粉末潤滑剤の添加量については0.8質量%の添加より0.3質量%もしくは0.1質量%の添加にとどめて押型潤滑を併用した方が成形圧力および抜き出し荷重（圧力）が少なくすむことが判明した。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、この発明に係る粉末成形用ダイスおよびそれを用いた粉末成形方法は、内孔にテーパを設け、更に摩擦・擬着低減のためのコーテ

ィング層を被覆したものであるから、粉末圧縮時および圧粉体抜き出し時の摩擦抵抗が少なく、密度の高い成形体を能率良く成形できる。特に、ダイスと擬着し易い材料の成形において効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1で用いた試験片の形状を示す図である。

【図2】 実施例1のダイス抜き荷重の測定方法を示す概略図である。

10 【図3】 実施例2のテーパ量と成形圧力の関係を示すグラフである。

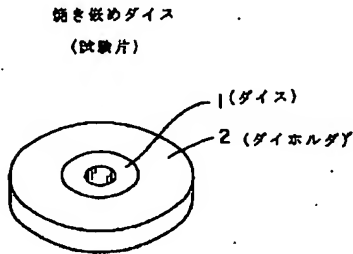
【図4】 実施例2のテーパ量と抜き出し荷重の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

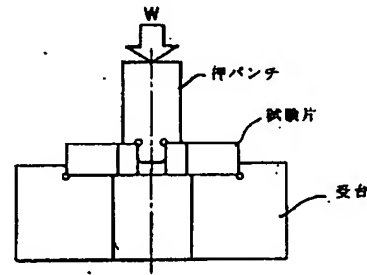
1はダイス

2はダイスホルダ

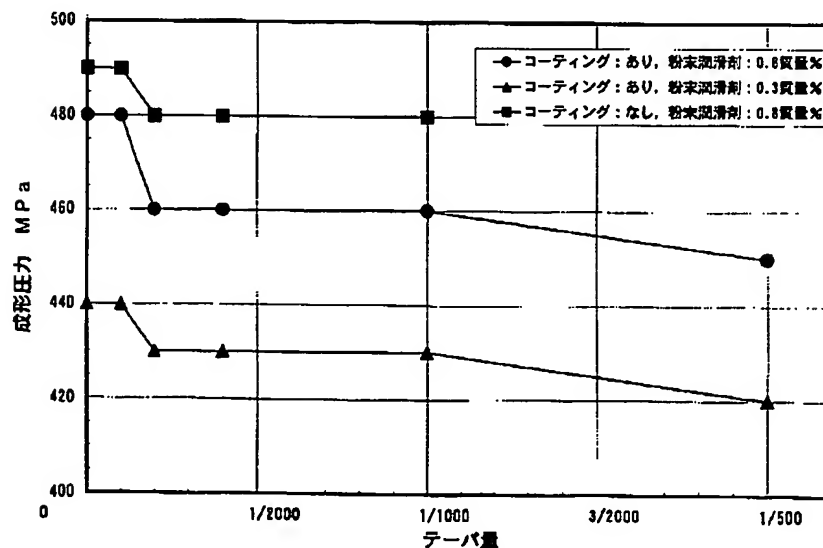
【図1】



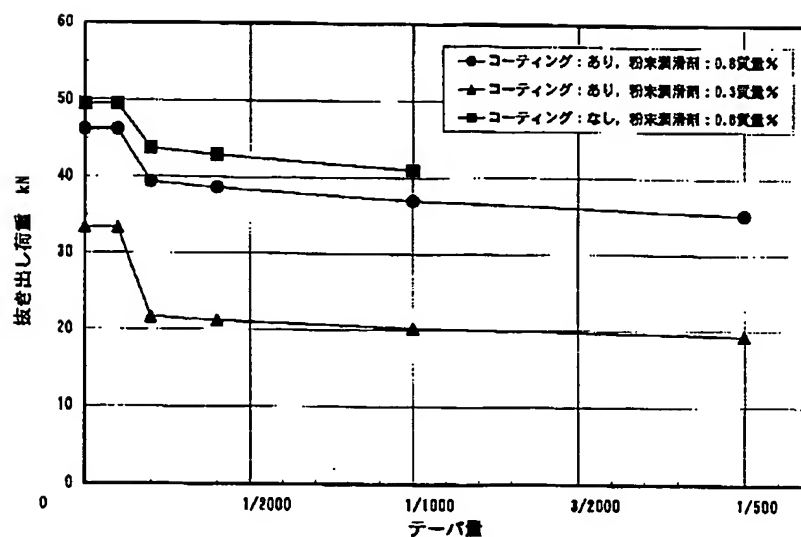
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
C 2 2 C	38/52	C 2 2 C	38/52
C 2 3 C	14/06	C 2 3 C	14/06
	16/30		16/30

F ターム(参考) 4K018 CA07 CA16  
 4K029 AA02 BA34 BA44 BA54 BA55  
 BA57 BA58 BA60 BC02 BD05  
 EA08  
 4K030 BA06 BA10 BA18 BA20 BA28  
 BA36 BA38 BA41 BA43 BB12  
 CA02 JA10 LA21